

要因分析図を用いた砂防施設配置計画の検証

協和設計株式会社 防災グループ ○西岡 孝尚 南部 啓太
国土交通省近畿地方整備局 紀伊山系砂防事務所 菅原 寛明 松尾 嘉和 中田 博貴

1. 概要

現在、我々は、台風による被災を契機に、これまでに砂防堰堤などの施設整備がほとんどなされず手付かずであった流域で、20箇所を越える砂防堰堤等の配置計画を立案している。砂防堰堤等施設は流域内の土石流危険渓流における土砂災害の防止や、流域が合流する下流の一級水系に沿った市街地の洪水氾濫防止を目的とするものである。砂防堰堤の配置は、計画基準点の位置や地形特性および保全対象を含む土地利用状況を踏まえ、溪流調査や地形地質踏査による現地の確認を経て、計画されるものである。ここでは、これら従来からの手法による施設配置の検討に加え、数値地図から算出される地形量や地質・植生・地質構造・崩壊発生実績などの数値データによる客観的な情報を用い、それらを要因とする分析図を作成して、配置計画の妥当性を検証している。すなわち、土砂災害や土砂流出の起因となる0次谷などで生じる斜面崩壊の危険度をこの要因分析図から判定し、効果的・効率的な施設配置を図る試みであり、ここに現状の取り組みの概要を報告する。

2. 検討の手法

2.1 要因分析図の作成

要因分析図は、例えば土木研究所資料である「深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案）」(H20.11)や「表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価マニュアル（案）」(H21.1)に示された危険性の要素を要因として抽出し

表-1 検討に用いた要因と要素

要因	要素
崩壊発生実績	H23 台風12号による崩壊箇所
地質構造及び微地形要素	地すべり地形分布
地形量	斜面傾斜、集水面積、崩壊面積率
地質特性	斜面傾斜、堆積岩・火成岩・地質境界
植生	斜面傾斜、広葉樹・針葉樹・その他

て作成する。すなわち、表-1に示す5つの要因をそれぞれの要素で分析するものである。

一つは対象流域で「実際に発生した崩壊箇所（崩壊発生実績）」を要因とし、一つは地質構造及び微地形要素として「地すべり地形の分布」域である。加えて、崩壊発生実績をもとに斜面傾斜度と集水面積との関係から危険度が高い「地形量」を算出する。同様の手法で、「地質特性」との関係、さらに「植生」との関係を算出し、これらそれぞれにおいて、崩壊発生実績と斜面傾斜度との関係をカバー率、的中率、的中率比として算出し、「大」～「小」に危険度を区分するものである。

対象流域全体を50mメッシュデータに区分したそれぞれの範囲を各要因の危険度で代表させ、得られる図が要因分析図である。¹⁾

2.2 要因分析図における危険度の設定

本報告の要因分析図における対象流域の総メッシュ数は18,786である。分析に用いた崩壊跡地メッシュ数は562である。危険度は、「崩壊発生実績」と「地すべり地形の分布」は、「大」「小」で表現する。斜面傾斜度と崩壊面積率に基づく「地形量」や、斜面傾斜度と組み合わせる「地質特性」及び「植生」の要因は、それぞれで閾値を設定して、危険度を「大」「中」「小」に区分し表現する。

「地形量」を要因とする場合、斜面傾斜と集水面積の組み合わせが、20～25°で3.70(log10As)以上、25～30°で3.40(log10As)以上が危険度「中」、40°以上で5.11(log10As)以上の領域が危険度「大」である。「地質特性」との相関は3つの地質要素に対し、「火成岩類」で斜面傾斜20°以上が「中」、「地質境界」で斜面勾配30°以上が「中」、斜面傾斜40°以上での中率が最も高く、カバー率0.25、的中率0.06、的中率比2.00で、危険度「大」である。これらに該当しない「堆積岩類」などは「小」である。

「植生」との相関は3つの要素に対し、斜面傾斜30～35°で「その他：人工改変地や裸地など」の的中率が最も高く、的中率比2.23で、危険度「大」である。「広葉樹」と「針葉樹」で斜面勾配25°以上、「その他」で40°以上が「中」である。

2.3 斜面崩壊の危険度判定

これら5つの要因を分析した図をもとに、それぞれの要因の重なりから、土砂災害に結びつく斜面崩壊の危険度を判定する。

危険度は要因の重なりに応じ、それぞれレベル0からレベル5に区分する。すなわち、50mメッシュのそれぞれで、要因の重なりから表-2に示すように危険度を区分した。

表-2 危険度判定レベル

危険度判定	要因分析の重なり具合
レベル0	すべて「小」
レベル1	「中」あり
レベル2	「中」が2つ
レベル3	「中」が3つ
レベル4	「大」が1つ
レベル5	「大」が2つ以上

3. 要因分析図による砂防施設の配置計画の検証

3.1 流域の特性と砂防施設の配置

流域はほぼ全域が急峻な山岳地である。一方で流域中央からやや下流の北側にかけて2つの支流が合流し、流域内で唯一の低平地や段丘、ないし緩斜面地を形成している。この地域はちょうど堆積岩類の分布域および火成岩類との地質境界付近に相当し、地質特性の違いがその地形を反映している。一般的に主流路へ向かって溪流は発達するが、同様にこのエリアでは本川河道へ向かい支流や溪流が発達している。結果、集落や公共施設が立地し保全対象が集まるため、溪流の多くが土石流危険溪流に指定されている。

このように地形特性や保全対象の立地から、流域中央ないしその北部にかけてのエリアとその周辺域が砂防施設の設置位置に選定される。

3.2 危険度判定図と砂防施設計画位置の関係

図-1の危険度判定図ではレベル4と5が環状を呈し、上述のエリアが明瞭に区分される。流域の大部分はレベル3で河道とその周辺はレベル0に区分される。レベル0とレベル4・5の間にレベル1・2が分布し、特徴的なエリアとなっている。

対象流域ではこの特徴的なエリアとその周辺地に砂防堰堤等施設の配置を立案している。危険度判定図と砂防施設の重なりは、判定レベルが変化する箇所や判定レベルが高いエリア、あるいはその下流に施設が配置され、これらのエリアが効果的・効率的な施設の配置位置となっている。

3.3 占有率と砂防施設の計画位置の関係

表-3は各砂防施設の対象流域における危険度判定レベルのメッシュ分布を占有率で表したものである。本表では、レベル4占有率10%以上のもの、レベル3占有率70%以上のもの、レベル2占有率80%以上のものを着色している。ここでは高次の判定レベル占有率が高い対象施設がより効果的な施設と考えられる。

実際、これらの施設の対象流域では、例えば、1)台風豪雨に伴う荒廃が顕著である、2)規模の大きな崩壊履歴がある、3)広範囲に厚い土石流堆積物が分布する、4)比較的多くの土砂流出が認められる、などの特徴を有していることがわかった。

4. おわりに

広域を対象とする砂防堰堤の配置計画では、現地調査で得られる細部条件以外に、その流域が持つ、地形・地質・植生などの特性を大きく捉えた施設配置の検討が重要であり、それらを評価する場合において、数値データによる客観的な情報が有効である。今後はさらに従来の計画手法では捉え切れなかったものの、施設配置に効果的・効率的、あるいは巨視的に有効な要因を抽出し、それらを反映させる方法や手法への取り組みを継続したい。

- 1) 南部・西岡・菅原・松尾・中田・澁谷：平成23年台風12号豪雨により発生した斜面崩壊の要因分析，平成30年度砂防学会研究発表会概要集(投稿中)，2018.5

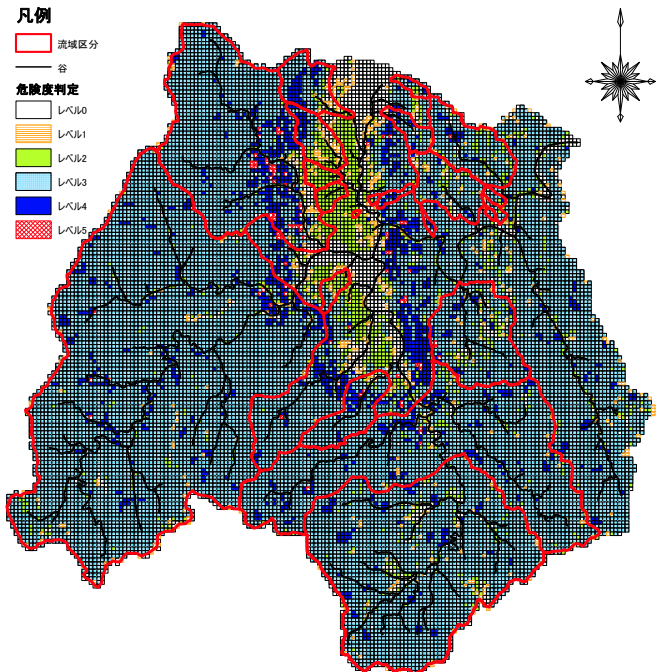


図-1 要因分析図に基づく斜面の危険度判定

表-3 各砂防施設の危険度レベル占有率

占有率					
レベル5	レベル4	レベル3	レベル2	レベル1	レベル0
1%	8%	71%	10%	4%	7%
0%	7%	69%	13%	5%	6%
0%	12%	85%	4%	0%	0%
0%	3%	60%	20%	7%	10%
0%	0%	56%	22%	17%	6%
0%	5%	67%	13%	9%	7%
0%	0%	86%	7%	7%	0%
1%	12%	78%	5%	2%	2%
0%	4%	84%	5%	3%	4%
0%	19%	77%	2%	2%	0%
0%	0%	64%	29%	7%	0%
0%	0%	0%	93%	2%	5%
0%	6%	66%	17%	2%	9%
1%	11%	67%	5%	6%	10%
0%	17%	22%	34%	14%	13%
0%	0%	0%	82%	6%	12%
0%	0%	0%	80%	20%	0%
0%	19%	50%	10%	6%	15%
0%	4%	29%	46%	17%	4%
2%	12%	75%	4%	2%	4%
0%	5%	89%	2%	1%	2%
0%	6%	84%	5%	2%	3%